УДК 007:631.2

В.П. ДИМИТРОВ

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ РЕГУЛИРОВКИ КОМБАЙНА

Рассматривается структура и взаимосвязи подсистем экспертной системы для технологической регулировки зерноуборочного комбайна. Описывается использование экспертной системы на карманном персональном компьютере.
Ключевые слова: *экспертная система, технологическая регулировка, зерноуборочный комбайн.*

Введение. Специфика задач принятия решений при функционировании зерноуборочных комбайнов состоит в следующем. Во-первых, сложные условия эксплуатации зерноуборочной техники в меньшей степени поддаются точному количественному описанию, а, следовательно, большая часть информации о стратегиях принятия решений (которая представлена в словесной форме) исходит непосредственно от эксперта. Во-вторых, алгоритмы принятия решений предназначены для оперативного использования в условиях уборки, т.е. должны работать в реальном времени, поэтому применение точных методов оптимизации, как правило, исключается вследствие их трудоемкости. В-третьих, то обстоятельство, что алгоритмы должны работать в качестве «советчика» механизатора, предъявляет к ним требование учитывать качественную информацию, представленную в лингвистической форме [1, 2].

При управлении комбайном в полевых условиях актуальной является задача корректировки технологических регулировок, которая заключается в выявлении причин, вызвавших нарушения технологического процесса по сведениям об отклонениях значений показателей качества от допустимых. В результате исследований произведена идентификация взаимосвязей между внешними признаками нарушения технологического процесса уборки и возможными причинами, вызвавшими эти нарушения. Выявлено 40 внешних признаков нарушения технологического процесса комбайновой уборки зерновых культур. Установлены взаимосвязи между внешними признаками и возможными причинами появления нарушений. На рис.1 приведена семантическая сеть предметной области «регулировка молотилки». Например, внешний признак нарушения технологического процесса №2 – «Повышенные потери свободным зерном с половой» – связан с параметрами: скоростью движения комбайна, частотой вращения молотильного барабана и вентилятора очистки, зазорами жалюзи верхнего решета и удлинителя верхнего решета, равномерностью открытия жалюзи верхнего решета и удлинителя, а также с выбором пути движения комбайна по уклону (расшифровка остальных внешних признаков нарушения качества работы и регулируемых параметров приведены в [2]).

Для снижения информационной нагрузки на оператора и обеспечения эффективности принятия решений при проведении уборочных работ нами разработана экспертная система (ЭС). Специфические особенности предметной области и требования, предъявляемые к экспертным системам [3], определили состав ее компонент.

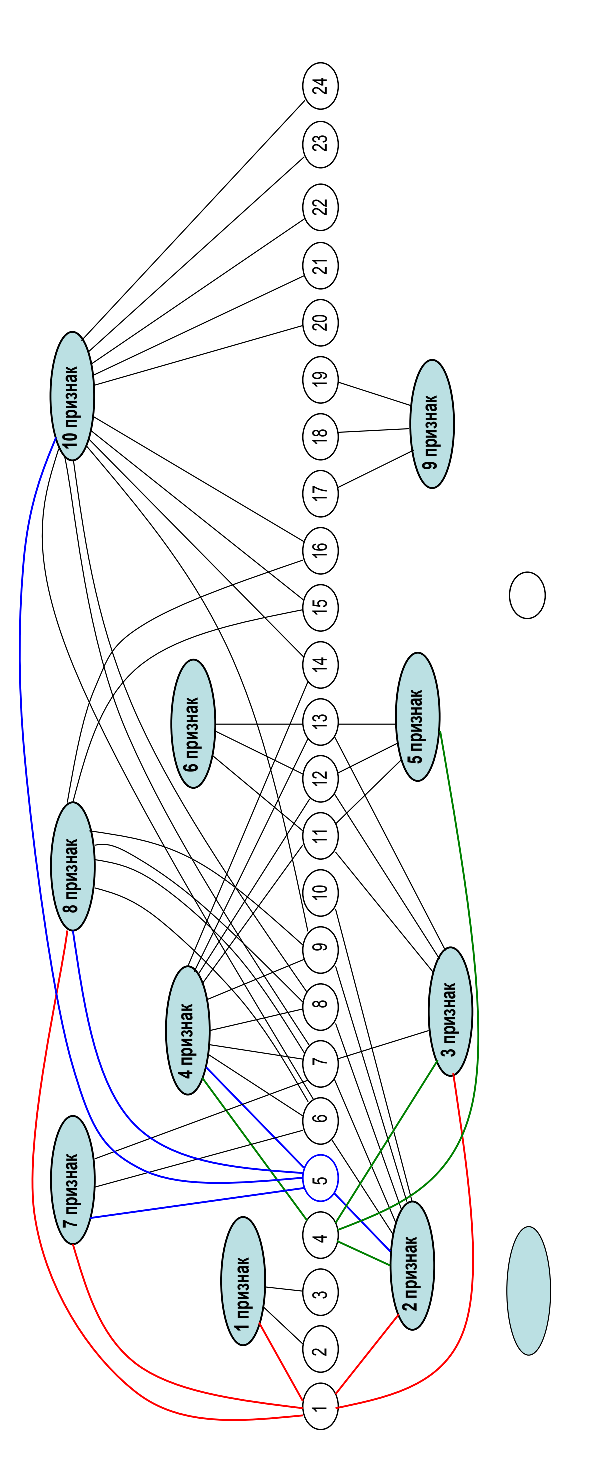


Рис.1. Семантическая сеть признаков предметной области «Регулировка молотилки»

1-й признак – внешний признак нарушения технологического процесса; J-й – регулируемый параметр молотилки

Назначение и функции системы. Экспертная система предназначена для снижения информационной нагрузки на оператора при управлении сложными уборочными машинами:

- при технологической настройке зерноуборочных комбайнов любых типов;
- при корректировке технологических регулировок, при появлении внешнего признака нарушения технологического процесса уборки [4].

Основными функциями, реализуемыми системой, являются: описание конструкции машины; предварительная настройка комбайна; корректировка технологических регулировок; объяснение полученных результатов; дополнение и удаление знаний; помощь пользователю при работе с ЭС. Экспертная система может работать в двух режимах: приобретение знаний и решение задачи. В режиме работы со знаниями реализованы функции: чтение баз данных; загрузка в систему знаний, указанных экспертом; редактирование; сохранение и удаление знаний. Наиболее важным этапом для практиков является работа системы в режиме загрузки новых знаний.

В системе реализованы обе характерные особенности, присущие экспертным системам: реализация объяснительной компоненты (ответ на вопрос, почему получено такое решение) и возможность ответа на вопрос, а что если. База знаний экспертной системы содержит около 14000 продукционных правил, представляющих модель нечетких экспертных знаний предметной области.

Механизм вывода решений ЭС основан на индуктивном нечетком выводе. При выборе сочетания регулировочных параметров, обеспечивающего определенный уровень показателя качества технологического процесса, на основе индуктивной схемы вывода выбирается такой вариант (сочетание параметров), при котором степень истинности индуктивной схемы имеет наибольшее значение [5].

Архитектура системы и ее техническая реализация. Экспертная система содержит подсистемы: «Конструкция», «Предварительная настройка», «Технологическая регулировка» (рис.2). Все подсистемы име-

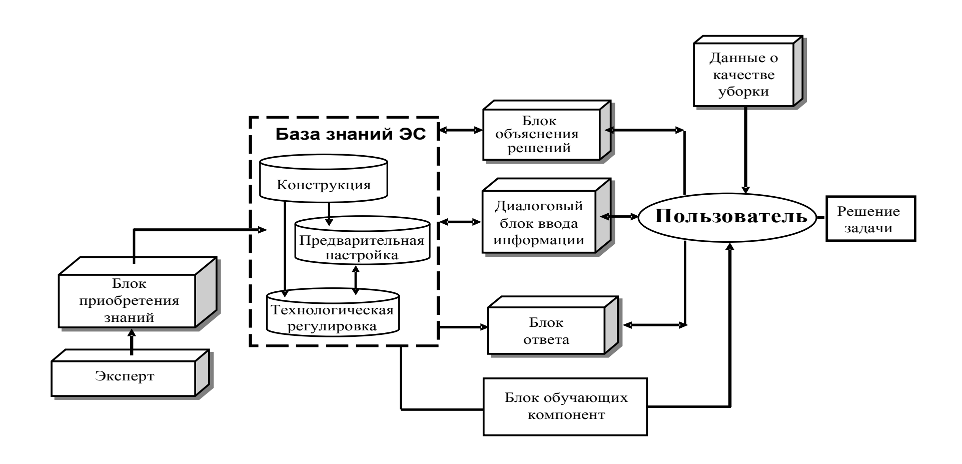


Рис.2. Структурная схема экспертной системы

ют блоки приобретения знаний, с которыми может работать только эксперт. Кроме того, экспертная система содержит анимационные подсистемы, необходимые для лучшего понимания принципа работы наиболее сложных подсистем. База знаний построена на основе нечеткой продукционной модели [5].

Особенности предметной области и требования, предъявляемые к интеллектуальным информационным системам, определили состав и взаимосвязи ее компонент (рис.3).

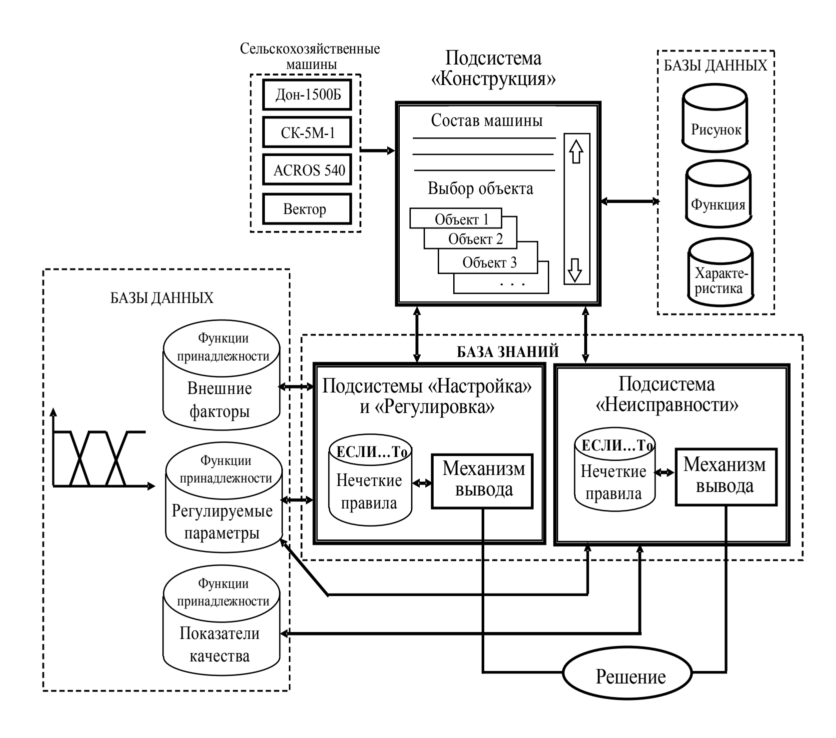


Рис.3. Структура и взаимосвязи подсистем ЭС

Учитывая особенности использования экспертной системы в полевых условиях, признано целесообразным использование в качестве платформы для поставки ЭС не только Notebook, но и относительно недавно появившиеся на рынке карманные персональные компьютеры - КПК (portable digital assistant - PDA).

Составляющие КПК компактны и тесно интегрированы, благодаря чему КПК весит около 200 г и помещается в нагрудном кармане комбинезона оператора (сотрудника технического центра). При использовании КПК получить доступ к ЭС можно за несколько секунд. Интерфейс карманных персональных компьютеров предельно интуитивен (рис.4).

Срок автономной работы для большинства КПК составляет 5-8 ч непрерывной работы, этого хватает на 2-4 дня без подзарядки аккумулятора, что в полевых условиях это необходимо. Основным хранилищем информации является встроенная память (объем от 2 до 64 Мб), а роль внешнего накопителя, на котором хранится экспертная система, выполняет карточка флэш-памяти (объемом от 128 Мб до 2 Гб).





Рис.4. Использование КПК при выборе значений регулируемых параметров

Язык программирования ЭС - eVC4 (eMbedded VC++). Экспертная система для решения задач технологической регулировки реализована на карманных компьютерах, работающих на ОС Windows Mobile 2002; 2003; 2003 SE, содержит 7 подсистем общим объемом 8,5 Мб. На программные средства для автоматизированного решения задач получено два свидетельства на интеллектуальную собственность [6, 7].

Выводы. Практическое применение экспертных систем позволяет снизить информационную нагрузку на операторов, участвующих в технологических процессах, обеспечивает повышение сменной производительности, сокращает время технических и технологических простоев, повышает качество уборочных работ в целом. В области профессиональной подготовки специалистов технических центров и машинно-технологических станций использование экспертной системы позволяет интенсифицировать учебный процесс, реализовать принцип обучения «эксперт-ученик».

Контекстно-зависимая помощь, объяснительная компонента, система вложенных меню и другие средства «дружелюбного» интерфейса обеспечивают пользователю эффективную работу с экспертной системой, а наряду с возможностью расширения базы знаний – жизнестойкость системы.

Использование экспертной системы в практических условиях при проведении технологической регулировки с использованием ЭС позволило снизить затрачиваемое время в 2-5 раз по сравнению с традиционными ме-

тодами и, как следствие, повысить на 10-12% сменную производительность комбайна.

Библиографический список

1. Борисова Л.В. Представление нечеткой экспертной информации предметной области «технологическая настройка» // Доклады РАСХН. – 2006. – № 8. – С. 58-61.
2. Борисова Л.В., Димитров В.П., Алуханян В.А. О моделировании нечетких экспертных знаний по технологической регулировке комбайна // Известия СКНЦ ВШ. Технические науки. – 2005. – №4. – С.31-34.
3. Уотермен Д. Руководство по экспертным системам/ Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 388 с.
4. Рыбалко А.Г. Особенности уборки высокоурожайных зерновых культур (настройка и регулировка машин). – М.: Агропромиздат, 1988. – 120 с.
5. Борисова Л.В. Нечеткие модели в задачах технологической регулировки машин. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2007. – 224 с.
6. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2006610870. Экспертная система для выбора значений регулируемых параметров молотилки зерноуборочных комбайнов на базе КПК/ Л.В. Борисова, В.П. Димитров, Е.В. Димитров, В.М. Марков. – № 2005613106 заявл. 29.11.05, зарег. 28.02.06.
7. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2006610834. Экспертная система для регулировки и поиска неисправностей в зерноуборочных комбайнах на базе КПК / Л.В.Борисова, В.П.Димитров, Е.В.Димитров, В.М.Марков. – № 2005613214 заявл. 05.12.05, зарег. 28.02.06.

Материал поступил в редакцию 28.06.07.

V.P. DIMITROV

EXPERT SYSTEM FOR MACHINE MAINTENANCE

Architecrure of expert system for technological setting up and trouble shooting for the units and systems of grain combine harvester is offered. Structure and composition of data bases of different sub-systems are considered.Used models for representation of knowledge are described.

ДИМИТРОВ Валерий Петрович, заведующий кафедрой «Управление качеством» ДГТУ, доктор технических наук (2002), профессор (2004). Окончил РИСХМ (1975).

Сфера научных интересов: системы информационного обеспечения жизненного цикла продукции, экспертные системы, техническое обслуживание машин.
Имеет 278 научных работ, в том числе 24 учебных пособий и монографий.